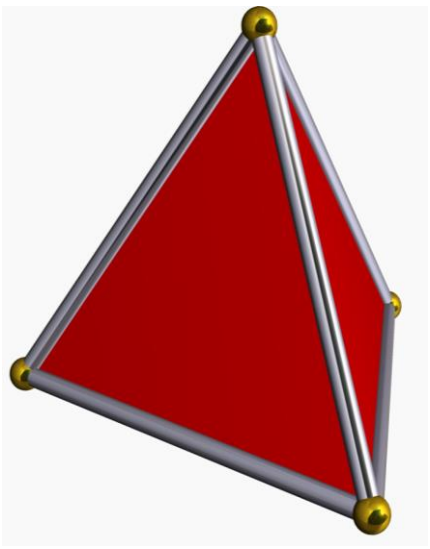
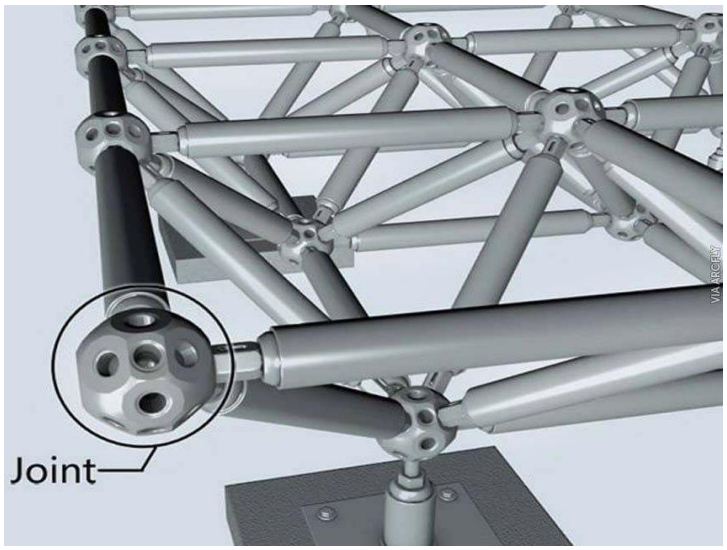
الجمالون الفراغي Space truss

- الجمالون الفراغي Space truss هو هيكل إنشائي صلب خفيف الوزن مصنوع من الدعامات المتشابكة في نمط هندسي مثلث شبيه بالجمالون وهو من احسن الأنظمة المستخدمة في تغطية البحور الواسعة بدون الحاجة إلى أعمدة داخلية المبدأالأساسي للجمالون الفراغي هو ارتباط كل من المستويين العلوي والسفلي للمنشأ بواسطة وحدات متصلة فراغيا مثل أضلاع الهرم عندما تربط مستوي قاعدته بمستوى قمته يوفر هذا النظام كفاءة عالية واستغلالا اكبر لخامات المنشأ يعتبر الجمالون الفراغي قوي بسبب الصلابة الموجود في المثلث المشكّل له؛ حيث ينتقل (عزم الانحناء) كما هو بالنسبة للشد Tension والضغط Compression للأحمال على طول الهيكل الإنشائي.





الوصف:

يتكون هذا النظام من وحدات مواسير مستديرة المقطع (members) تتصل ببعضها في نقط الالتقاء (joints) بمسامير تصل نقط الالتقاء العادية ثماني آو تسع مواسير بثمانية مسامير كما يمكنها آن تصل حتى اثنا عشرة ماسورة في نقطة واحدة هناك عدة متغيرات (parameter) تحددها المعايير المعمارية والإنشائية والاقتصادية للفراغ المراد تغطيته بهذا النظام وهي (span) وطول الوحدة وبالتالي قطرها وتخانتها

بالنسبة للتشكيل المعماري فيقدم هذا النظام للمهندس المعماري إمكانيات لا حدود لها آو انخفاضات أو ارتفاعات آو حتى فتحات

كاملة داخل البحر الواحد ،بحور تصل إلى (60م) وكوابيل تصل إلي (20م) بالنظام العادي ،وبحور اكبر من هذا وحتى (120م)

يمكن التغلب عليها بالنظام الأسطواني ودون أي تغير في نقط الالتقاء

يمكن عمل فتحات بجميع المقاسات للإضاءة الطبيعية والتهوية

بالنسبة للإضاءة الصناعية فيمكن تثبيت وحدات الإضاءة في نقط الالتقاء العلوية وذلك حسب التصميم المعماري وذلك تمرير كابلات الإضاءة داخل مـــواسير الجمالون الفراغي نفســـها

بالنسبة لمعالجة السطح المعدني لمواسير الجمالون الفراغي فهناك أيضا عدة إمكانيات ، دهان باللاكية علي وجهين برا يمر عادي آو الجلفنة العادية أو دهان السطح المجلفن ببويات خاصة آو بالدوكو آو ببوية الفرن اليكتر وستاتيك

أي نوع من التغطية يمكن آن يثبت علي السطح العلوي للجمالون بواسطة زوايا قطاعاتها (L,Tsec)

فوائد اخري الهيكل الفراغي المعدني ثلاثي الابعاد:

-خفة الوزن

-المنظر الديكوري والتوفير الاقتصادي

-حمل الاثقال بواسطة أداء ثلاثي الابعاد

-شدة التماسك العالية

-سهولة البناء والتنصيب

-توفر وقت وتكلفة البناء

-خدمات (مثل الانارة والتكييف) تتكامل مع الهيكل المعدني الفراغي ثلاثي الابعاد

-تقدم للمصمم المعماري حرية لوضع إطار البناء وعمل التخطيط والتقسيمات للمساحة المغطاة

استخداماته:

- تغطية مساحات كبيرة مثل:

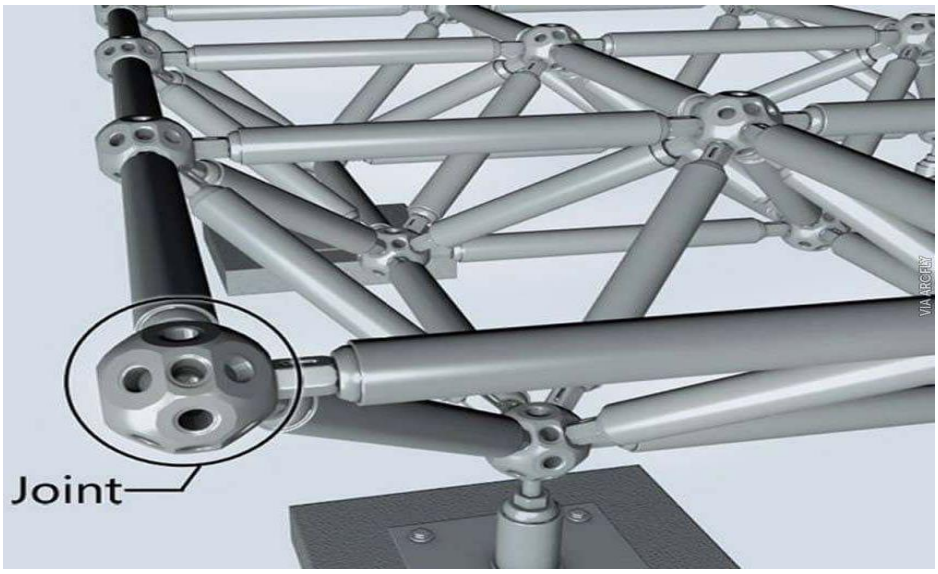
- الاستاد الرياضي – المعارض - القاعات والمسارح - صالات المطارات - هناجر الطائرات – الورش - المخازن مراكز التسوق - صالات التدريب

مراكز الاوليمبية، المصانع، مخازن، حمامات السباحة , وهناجر الطائرات , مسارح ومعارض وقاعات المؤتمرات , المعابر والكباري الفوقية , محطات البنزين , صالات الاستقبال بالفنادق ذات السقف

الزجاجي , استاندات المعرض , ملاعب التنس وكرة القدم , محطات الاتوبيسات , الأسواق

انواع الهيكل الفراغي من حيث الخامه

Steel -1



Stainless steel -2

أجزاء الهيكل المعدني هي:

1- (الاعواد الاسطوانية المعدنية) وهي عباره عن مواسير حديد نوعيه (37 , 44 , 52) وهذه الاعواد تجلفن علي الساخن ثم يتم دهانها ببودره الاليكتروستاتيك بسمك من 70 الي 80 ميكرون

مثبت بكل عود معدني أسطواني - أجزاء مثل: راس مخروطية صغيرة ومخرج أوطرف "قلاووظ " وورد

الخواص الميكانيكية:

:DIN 17100 ST 44-2 Steel Mechanical Properties

Quality of Steel	Minimum Yield Stress	Tension Strength	Maximum Elongation
St 37-2	235N/mm²	240-470 N/mm²	240 %
St 44-2	275N/mm²	410-580 N/mm²	20 %
St 52-3	355N/mm²	510-680 N/mm²	20 %

علي سبيل المثال حديد 44 خواصه كالتالي :

DIN 17100 ST 44-2 Channel Steel Mechanical Properties:

Material	Tensile strength Mpa		
	Normal thickness mm		
	<3	≥3,≤100	>100
St 44-2	430-580	410-540	By agreement

Material	Minumum yield strength Mpa					
	Normal thickness mm					
	≤16	>16,≤40	>40,≤63	>63,≤80	>80,≤100	>100
St44-2	275	265	255	245	235	By agreement

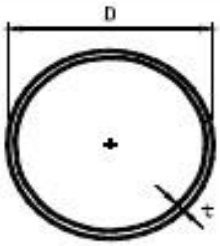
Material	Elongation M pa %	
	L0=80mm Normal thickness mm	L0=5.65 √ S0 mm Normal thickness mm

	≥0.5, <1	≥1, < 1.5	≥1. 5, <2	≥2, < 2.5	≥2. 5, <3	≥3, ≤40	>40,≤63	>63,≤100	>100
St 44-2	14	15	16	17	18	22	21	20	By agreement

ابعاد وخصائص المواسير طبقا للجدول

PIPES

Dimensions and Properties



Pipe No.	D (mm)	t (mm)	Area (cm^2)	Weight (kg/m`)	x-x		
					$I_x(cm^4)$	$S_x(cm^3)$	$r_x(cm)$
38	38	3	3.3	2.59	5	2.63	1.24
	38	4	4.27	3.35	6.26	3.29	1.21
44.5	44.5	3	3.91	3.07	8.46	3.8	1.47
	44.5	4	5.09	4.00	10.5	4.74	1.44
	44.5	5	6.2	4.87	12.3	5.53	1.41
60	60	3	5.37	4.22	21.9	7.29	2.02
	60	4	7.04	5.52	27.7	9.24	1.99
	60	5	8.64	6.78	32.9	11	1.95
70	70	3	6.31	4.96	35.5	10.1	2.37
	70	4	8.29	6.51	45.3	13	2.34
	70	5	10.2	8.01	54.2	15.5	2.31
	70	6	12.06	9.47	62.3	17.8	2.27
76	76	3	6.88	5.40	45.9	12.1	2.58
	76	4	9.05	7.10	58.5	15.5	2.55
	76	5	11.15	8.75	70.6	18.6	2.52
	76	6	13.2	10.4	81.4	21.4	2.48
89	89	4	10.7	8.38	96.7	21.7	3.01
	89	5	13.2	10.40	117	26.2	2.98
	89	6	15.6	12.30	135	30.4	2.94
	89	7	18	14.2	153	34.3	2.91
108	108	5	16.2	12.70	215	39.8	3.65
	108	6	19.2	15.10	251	46.5	3.61
	108	7	22.2	17.40	285	52.7	3.58
	108	8	25.1	19.7	316	58.6	3.55
133	133	5	20.1	15.80	412	62	4.53
	133	6	23.9	18.80	484	72.7	4.5
	133	7	27.7	21.80	552	82.9	4.46
	133	8	31.4	24.7	616	92.6	4.43

2- المخروط:Conics

- المخروط هو عضو وسيط يربط الاعواد بالصواميل ويتم لحام المخروط بالاعواد وهو يقوم بتقليل القطر الخارجي

3- الكرة المركزية:mero

- لتوصيل (الاعواد الاسطوانية المعدنية) بالكرة المركزية,تم عمل ثقوب بالكرة الصلبة المركزية, لتثبت بها (أطراف ومخارج) الاعواد الاسطوانية المعدنية.

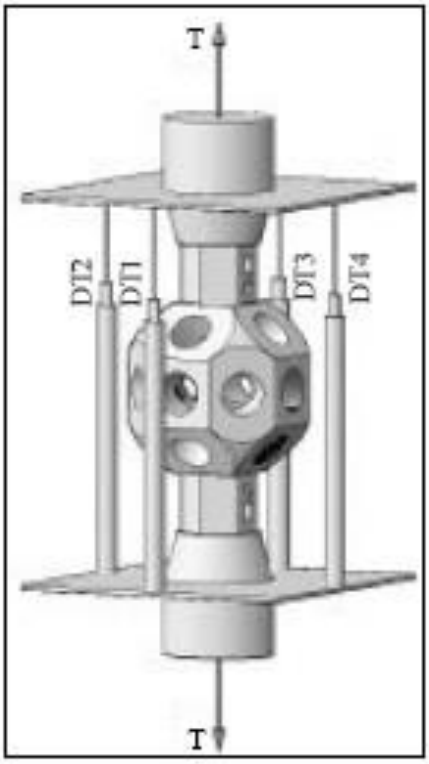
- حجم واعداد الثقوب على الكرة المركزية يتم اعتبارها وفقا لمتطلبات ومواصفات الهيكل المعدني الفراغي .
- مداخل الثقوب تم عملها بطريقة حفرقلاووظ بارز لتضمن الاتصال الوثيق مع (الاعواد الاسطوانية المعدنية) .

- يبدأ قطر الكره من 60 مم الي 240 مم طبقا DIN 17100 ST 44-2 والاقطار كالتالي: 60 و 75 و 90 و 110 و 132 و 154 و 190 و 240 مم.

-عدد الفتحات في الكره حسب حجم الكور وموقعها في المساحة المغطاه ولكن اقل عدد فتحات ٤ و اكبر عدد فتحات من ١٤ الى ١٨ حسب موقع استخدام الكورة طبقا ل DIN 17100 ST 44-2

- الحديد المستخدم في الكور حديد 45 طبقا ل TS 2525 -2 Standard

ـ يمكن اجراء اختبارات الشد علي الكور كما بالصور



4ـ مخارج واطراف (الاعواد الاسطوانية المعدنية) Bolts

ـ تكون ذات شكل لولبي " القلاووظ "

ـ قطر مخرج أو طرف العود المعدني الاسطواني يبن 12 مم الي 64 مم

ـ وظيفه المسامير ربط اعضاء الجمالون ببعضها من اعواد ومخاريط وكور

- طول المسمار ليس بالمهم ولكم المهم هو طول التثبيت داخل الكره والذي يجب الا يقل عن قطر المسمار المستخدم ويتم تحديد قطر المسمار بناءا علي قوه الشد الواقعه عليه

Diameters and Quality of Bolts

Diameter (mm)	Quality
12	8.8
12	10.9
16	8.8
16	10.9
20	8.8
20	10.9
27	8.8
27	10.9
30	8.8
30	10.9
33	8.8
33	10.9
36	8.8
36	10.9
39	8.8
39	10.9
42	8.8
42	10.9
48	8.8
48	10.9
56	10.9
60	8.8
60	10.9
64	10.9

5- الصواميل Nuts

- ويتم ربط الصواميل بواسطه مفتاح ربط ومن ثم ادخال برغي او مسمار صغير للربط يوفر ذلك تجميعًا أسهل في الموقع.

- يتم تحديد قطر الصامولة الداخلي وفقًا لقطر المسمار المستخدم في العضو.

- يعتمد القطر الخارجي للصامولة على قوة الضغط التي تعمل على العضو ، نظرًا لأن قوة ضغط الصامولة تتناسب خطيًا مع مساحة سطحها يتم توفير مساحة السطح المطلوبة عن طريق اختيار القطر الخارجي المناسب

Outer and Inner Diameters and Allowable Compression Stresses of Nuts.

Outer Diameter (mm)	Inner diameter (mm)	Allowable compressive stress(t/cm^2)
19	13	1.8
27	18	1.8
30	22	1.8
36	22	1.8
41	22	1.8
46	22	1.8
41	29	1.8
46	29	1.8
55	29	1.8
60	29	1.8
65	29	1.8
46	32	1.8
50	32	1.8
50	33	1.8
60	35	1.8
55	35	1.8
75	38	1.8
60	38	1.8
75	41	1.8
75	44	1.8
75	44	1.8
65	44	1.8
70	44	1.8
99	50	1.8
75	50	1.8
80	50	1.8
99	64	1.8
99	66	1.8

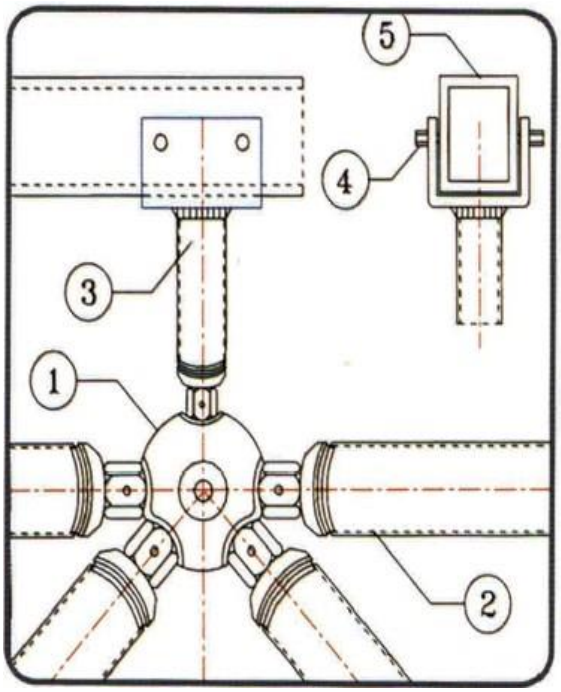
6- المدادات الطولية purlins

- الاعمدة والكمر تصنع من خامات حديد St-37.2 والمدادات الطولية تكون علب حديد لها شكل (I,C,U) ويتم تثبيت التغطيات علي هذه المدادات

- تخرج من الكره دعامات لتثبيت المدادات الطوليه كما بالصوره

7- (قطاعات الدعامات المثبتة على أطراف الهيكل المعدني): supports

- شكل وابعاد (قطاعات الدعامات المثبتة على أطراف الهيكل المعدني) مختلفة حسب متطلبات ومواصفات الهيكل المعدني
- يمكن ان تثبت في اتجاه واحد – او في اتجاهين وهي عباره عن steel plate بابعاد من 10*10 سم الي 20 *20 سم
- تصنع تلك القطاعات من خامات حديد St-37 او St-52 وطبقا ل TS 2525 -2 Standard



SUPPORT DETAILS

1- Space Frame Mode
2- Space Frame Member
3- Nut
4- Lift off and Horizontal Stop
5- Column
6- Base Plate
7- Bearing Plate
8- Cone
9- Teflon
10- Anchor Bar

المقاومة للصدأ والتآكل:

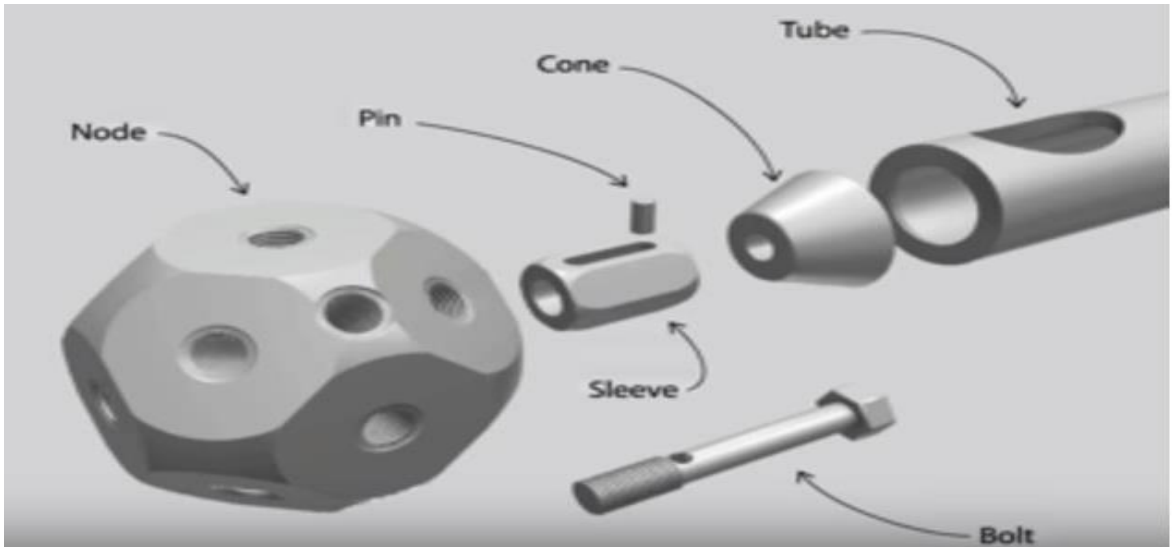
اجزاء الهيكل تنظف من بقع صدأ أو الزيوت بواسطة الطرق الميكنة والكيميائية ثم يتم طلاءها ودهانها باستخدام :

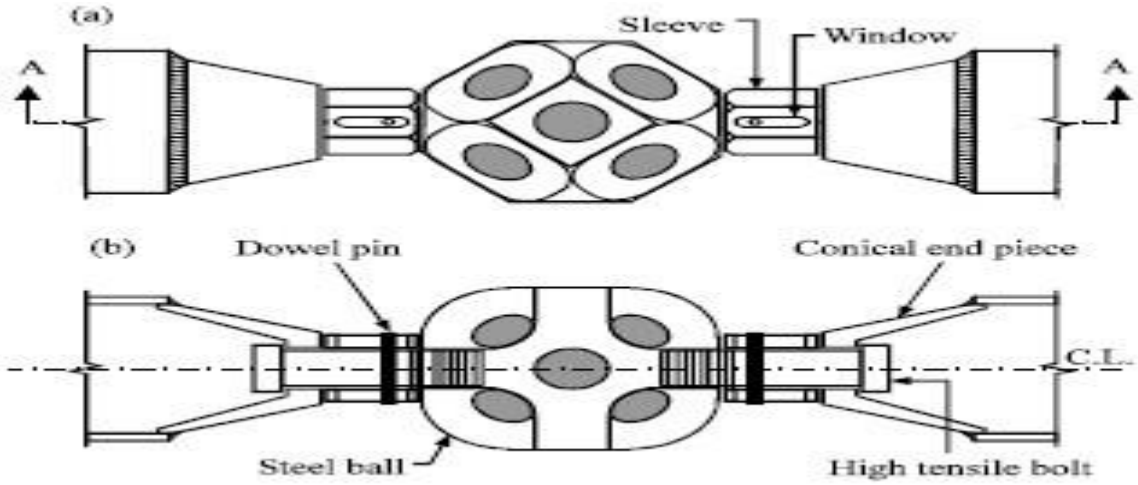
عن طريق عملية جلفنه علي الساخن ودهانها بودرة الكتروستاتيكية.

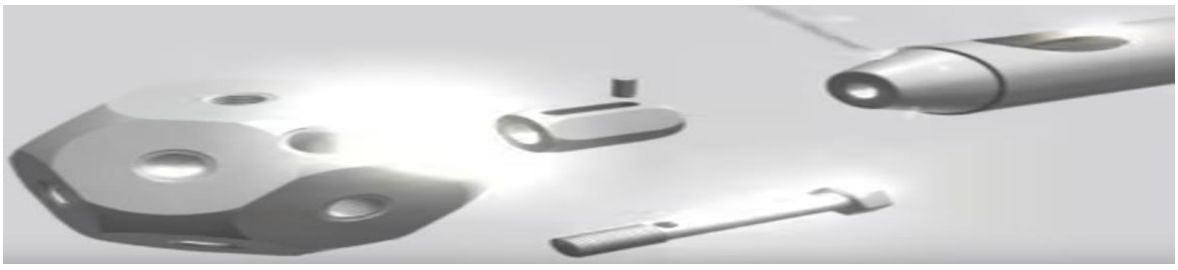
التجميع:

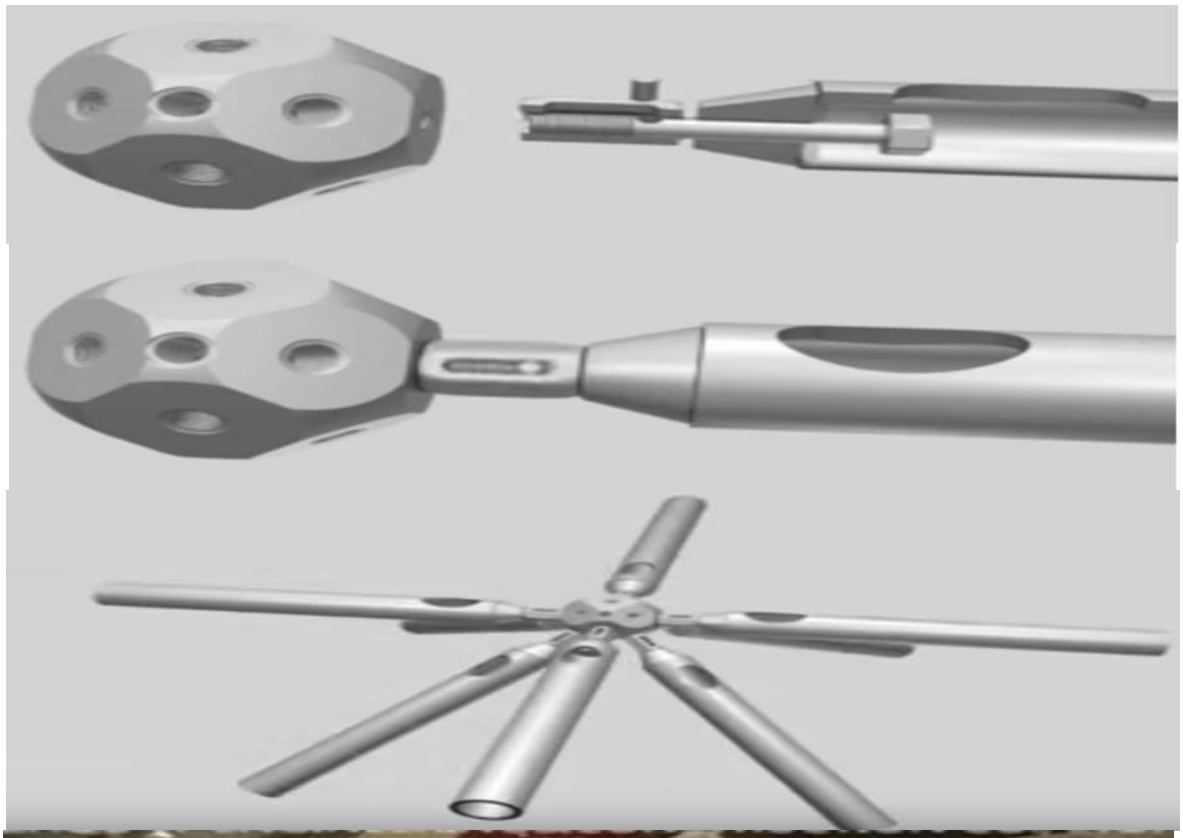
- يتم تقطيع الاعواد علي حسب الاطوال الناتجه من التصميم
- يتم لحام نهايه المخروط بالاعواد كما بالصوره
- يتم ادخال المسمار من خلال فتحه مخصصه داخل الاعواد

- يتم ربط المسمار بوتد تثبيت (دبوس او مشبك) dowel pin









- بعد ذلك يتم تجميع الهيكل على الأرض ثم يتم ربطه بالوايرات كما بالصوره ثم يتم رفعه بواسطة ونش رفع او يتم تجميعه في مكانه بواسطة سقالات

2

27

40

51

SPACE FRAME PROJECT

CONTENTS

1-SPECIFICATION & TECHNICAL PROPORTIES OF USED MATERIAL

2-USED MATERIAL and ALLOWABLE STRESSES

2.1-NUT STRESSES

2.2-BOLT STRESSES

2.3-PIPE STRESSES

2.4-NODE STRESSES

3-LOAD VALUES

4-METHODS

4.1-SPACE FRAME MEMBERS

4.2-PIPES CHOSEN

4.3-BOLTS CALCULATION

5-LOAD ANALYSIS

5.1-LOADS

5.2-LOADING COMBINATIONS

1. SPECIFICATIONS :

The design is done according to the Egyptian code of practice STEEL CONSTRUCTION AND BRIDGES CODE No. ECP 205-2001.

2. USED MATERIALS and ALLOWABLE STRESSES

Space frame system members are formed by steel pipes, conics, nuts and bolts. These members join with spherical nodes. The pressure forces on the pipes are transfered to the nodes by the nuts and the tension forces are transfered by the bolts. Material qualities and allowable stresses of the members used in space frame systems are listed below.

PIPES.....:	St.37
SPHERES.....:	St.60
BOLTS.....:	8.8 / 10.9
NUTS.....:	St 37
PILS.....:	St.37
CONİCS.....:	St.37

*2.1. NUT STRESSES:

Yield stress	Allowable Stress
2400 kgf/cm^2	1440 kgf/cm^2

*2.2. BOLT STRESSES:

Quality	Tension stress	Yield stress	Allowable Stress
8.8	8000 kgf/cm^2	6400 kgf/cm^2	3840 kgf/cm^2
10.9	10000 kgf/cm^2	9000 kgf/cm^2	5000 kgf/cm^2

(1)

*2.3. PİPE STRESSES :

Quality	Tension stress	Yield stress	Allowable Stress	
			H	HZ
ST37	3700kgf/cm^2	2400kgf/cm^2	1440 kgf/cm^2	(1656 kgf/cm^2)

*2.4. NODE STRESSES :

St. 60.....: 2040 kgf/cm2

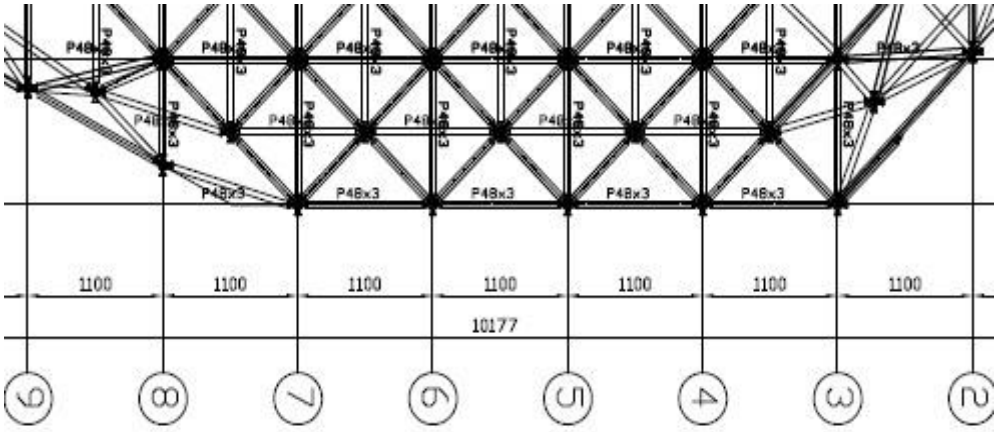
3. LOAD VALUES

Load effects on space frame system members are calculated by the special software " *Framecad* " Loads on members affected on the nodes at the top chard by converting the area load to single load in proportion to the area covered by each node. Pipes are calculated only for axial tension or compression forces included from the nodes. No moment creating loads on pipes themselves are allowed.

Assumed loads for system solution are as follows:

*Space system self load	24.80 kgf/m²
*Purlin + Cladding for top chord	20.00 kgf/m²
*Billboard load	40.00 kgf/m²
*Collateral load for bottom chord	10.00 kgf/m
*Live load for top chord	60.00 kgf/m²
*Wind load vertical protection seperately	... kgf/m²
*Temperature variation	Δt = +/-33° C

ـ وعلي سبيل المثال نفترض الحمل 1.3 طن والابعاد 1.1 م كما بالصوره:



1)- APPLIED FORCES :- Case

M_x	=	0.00	mt	a	Steel Grade	St.37		
M_y	=	0.00	mt	a	F_y	=	2.40	t/cm^2
N	=	1.30	t		F_u	=	3.60	t/cm^2

ـ بعد حساب الحمل يتم حساب مساحه القطاع

Choice of section

$$A_{pipe} = \frac{Force\ (ton)}{F_t\ (t \setminus cm^2) * 1.2}$$

(compression) Case A $\frac{1}{}$ Case B Tention

$$F_t = 1.40\ t \setminus cm^2$$

4.2. PİPES ARE CHOSEN FROM THE LIST BELOW:

ـ ومن الجدول السابق تم اختيار قطاع رقم 38 وخصائصه كالتالي:

2)- CHOISE OF SECTION :-

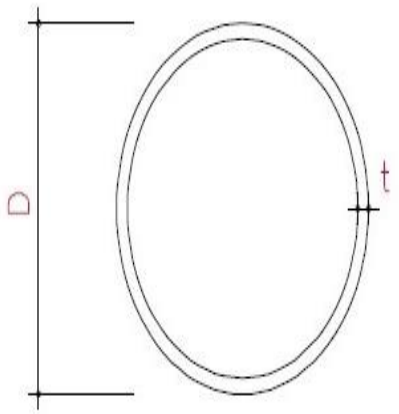
D	=	38.00	mm
t	=	3.00	mm

Pipe Sec. 38 X 3

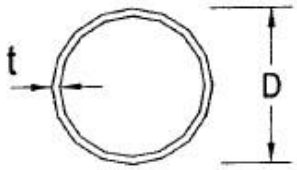
3)- CHECK SECTIONS :-

PROPERTIES OF SECTION :-

$\overline{Y}$	=	1.90	cm
A	=	3.30	cm^2
I	=	5.0	cm^4
S	=	2.63	cm^3
r	=	1.24	cm



ـ وطبقا للكود يتم عمل CHECK COMPACTNESS علي القطاع كالتالي :-

Non-compact (λr)	$b/t \leq 30/\sqrt{F_y}$
(f) Tubular section: 	
Class	Section In Bending and/or Compression
1. Compact (λp)	$D/t \leq 165/F_y$
2. Non-Compact (λr)	$D/t \leq 211/F_y$

F_y in t/cm^2 (*) For unequal angles

CHECK COMPACTNESS :-

D/t = 38\3 = 12.67

The sec is Compact

- يتم عمل CHECK NORMAL STRESSES :-كالتالي

- يتم حساب ال Buckling للقطاع

و بذلك نجد أن ال *Buckling* يعتمد على الطول و على ابعاد القطاع و لكى نعرف مقدار ال*Buckling* الحادث لاى *member* نحتاج لحساب ال (λ) .

$$\lambda = \frac{lb}{r} \quad \begin{matrix} \Rightarrow \ Buckling\ length\ (cm) \\ \Rightarrow \ radius\ of\ gyration\ (cm) \end{matrix}$$

= 1.1 \ 1.24 = 88.7 < 180

طبقا للكود

2.2.1.2 Maximum Slenderness Ratios (λ_{max})

The slenderness ratio of compression and tension members, shall not exceed λ_{max} of Table 2.3

Table 2.3 Maximum Slenderness Ratio for Axially Loaded Members

Member	λ_{max}
Compression members	180
Bracing systems and secondary compression members	200
Tension members	300

Ok. Safe

- يتم حساب مقاومه الضغط Allowable compression Stresses علي

حسب نوعيه الحديد طبقا للعلاقه

$$F_C = 1.4 - 6.5 * 10^{-5}\ \lambda^2_{max.}\ t\backslash cm^2 \Longrightarrow Steel\ 37$$

$$= 1.6 - 8.5 * 10^{-5}\ \lambda^2_{max.}\ t\backslash cm^2 \Longrightarrow Steel\ 44$$

$$= 2.1 - 13.5 * 10^{-5}\ \lambda^2_{max.}\ t\backslash cm^2 \Longrightarrow Steel\ 52$$

Fc = 0.89 t/cm2

يتم حساب ال actual stress

$$f_C = actual\ stress = \frac{force}{A}$$

1.3 \ 3.3 = 0.39

CHECK NORMAL STRESSES :-

f_{bcx}	=	0.00	t/cm^2			
f_{bcy}	=	0.00	t/cm^2			
f_{ca}	=	0.39	t/cm^2			
F_{bcx}	=	1.540	t/cm^2			
F_{bcy}	=	1.728	t/cm^2			
L_{bin}	=	1.10	m			
L_{bout}	=	1.10	m			
λ_{max}	=	88.57	< 180	SAFE		
F_c	=	0.89	t/cm^2			
f_{ca} / F_c	=	0.44				
A_1	=	1.70		C_{mx}	=	1.00
A_2	=	1.70		C_{my}	=	1.00

وطبقا للكود يتم حساب Applying the interaction equation:

2.6.7 Combined Stresses

2.6.7.1 Axial Compression and Bending

Members subjected to combined axial compression (N) and simple bending moment (M) about the major axis, shall be proportioned to satisfy the following interaction Equation:

$$\frac{f_{ca}}{F_c} + \frac{f_{bcx}}{F_{bcx}} A_1 + \frac{f_{bcy}}{F_{bcy}} A_2 \le 1.0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2.35$$

For cases when $f_{ca}/F_c < 0.15$, $A_1 = A_2 = 1.0$ otherwise:

$$A_1 = \frac{C_{mx}}{(1 - \frac{f_{ca}}{F_{Ex}})}, \qquad A_2 = \frac{C_{my}}{(1 - \frac{f_{ca}}{F_{Ey}})}$$

Where:

f_{ca}	=	Actual compressive stress due to axial compression.
F_c	=	The allowable compressive stress, as appropriate, prescribed in Clause 2.6.4.
f_{bcx}, f_{bcy}	=	The actual compressive bending stresses based on moments about the x and y axes, respectively.
F_{bcx},F_{bcy}	=	The allowable compressive bending stresses for the x and y axes, respectively, considering the member loaded in bending only as prescribed in Clause 2.6.5.
F_{Ex}, F_{Ey}	=	The Euler stress divided by a factor of safety for buckling in the x and y directions, respectively (t/cm^2).

$(f_{ca}/F_c) + (f_{bcx}/F_{bcx})A_1 + (f_{bcy}/F_{bcy})A_2 =$ 0.44 < 1.00 SAFE

fca = Actual Compression Stresses = (N/A)

Fc = Allowable compression Stresses ($\lambda \le 100$ or $\lambda > 100$)

fbx = Actual Bending Stresses in x-direction (Mx/Sx)

Fbcx = 0.64Fy (case of Compact or 0.58Fy in case of Non-compact (Allowable bending Stresses on the compression side due to Mx

fby = Actual Bending Stresses in y-direction (My/Sy)

Fbcy = Actual Bending Stresses due to My = 0.72Fy in Case of Compact Sec.

and= 0.58Fy in Case of Non-Compact Sec.)

A1 and A2 = 1.0 for (fca/Fc) ≤ 0.15, (Code pp.25),

Otherwise: A1 = (Cmx/ (1-fca/FEX) (Code pp.25)

And A2 = (Cmy/ (1-fca/FEY) Code pp.25

Where: Cmx and Cmy are Moment Modification Factors and to be taken according to the following:

(i) Side sway permitted Cm = 0.85

(ii) Side sway prevented with transverse Load

Cm = 1.0 Hinge End **Cm = 0.85 Fixed End**

Without transverse Load: Cm = 0.6-0.4(M1/M2) ≤ 0.4

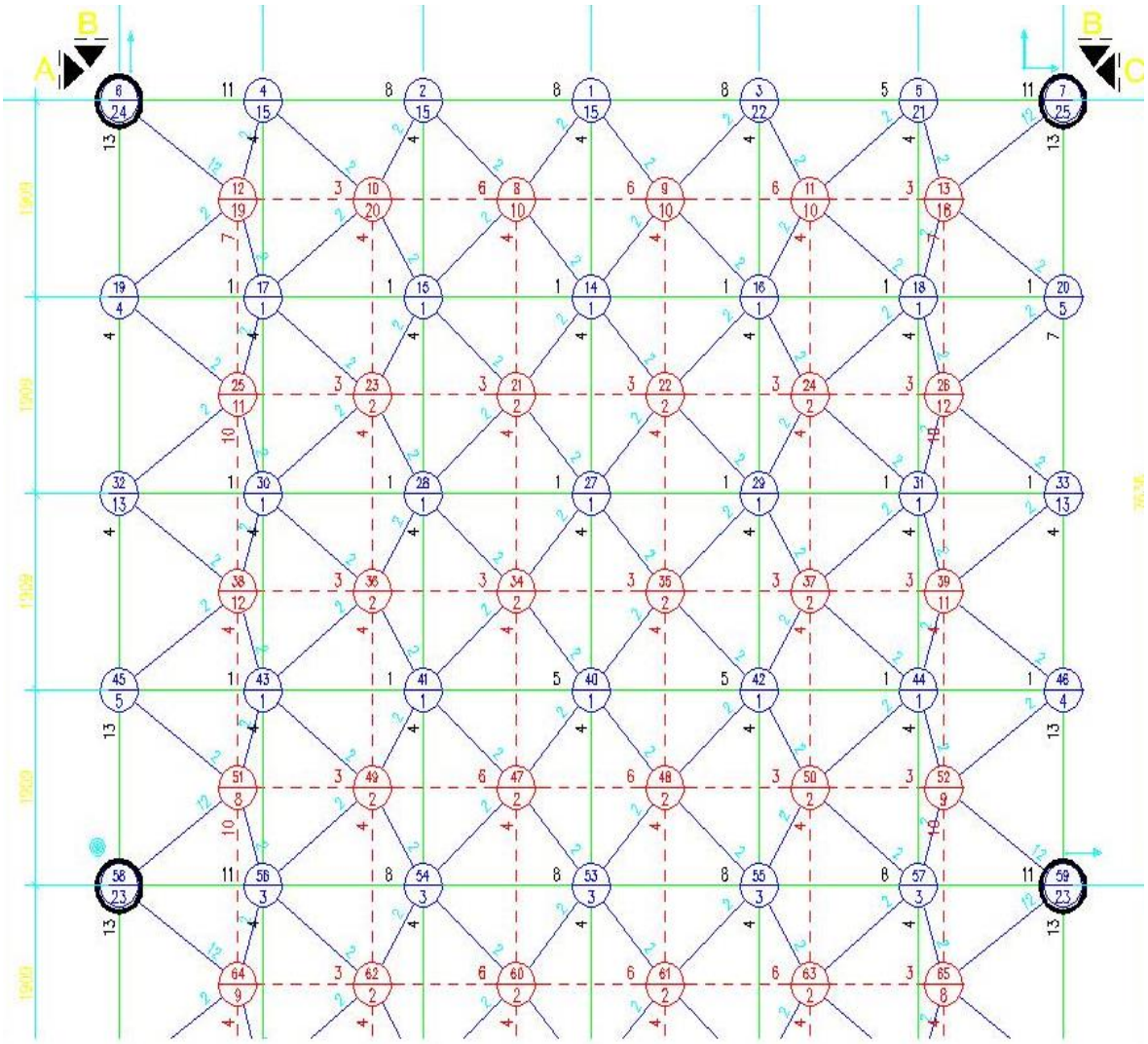
The Euler Stresses for buckling in X&Ydirections:

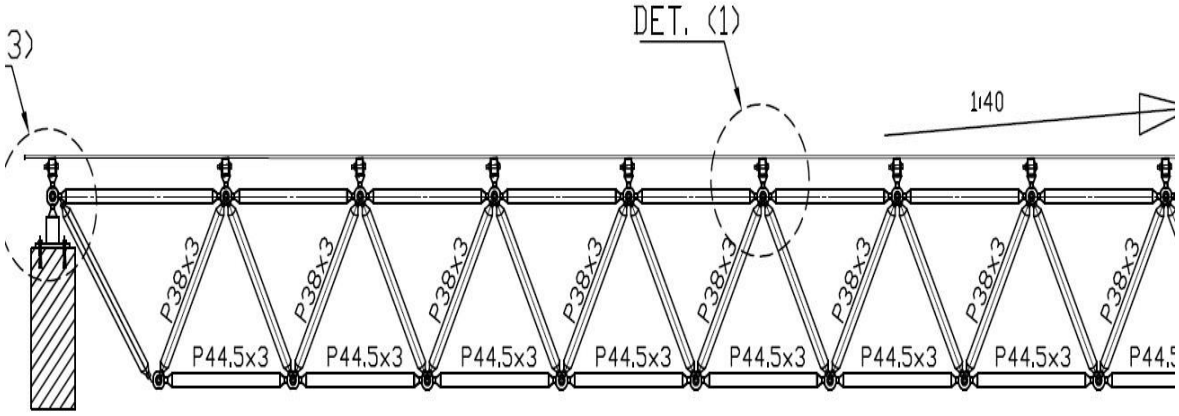
FEX = (7500/λx2) (Codepp.26 Eq.2.36)

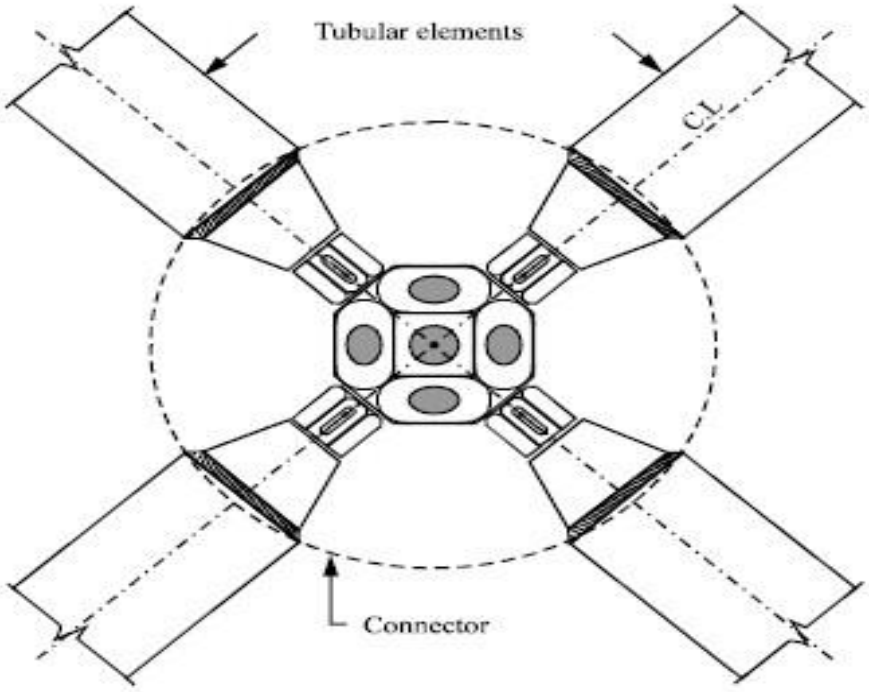
FEY = (7500/λy2) (Codepp.26 Eq.2.36)

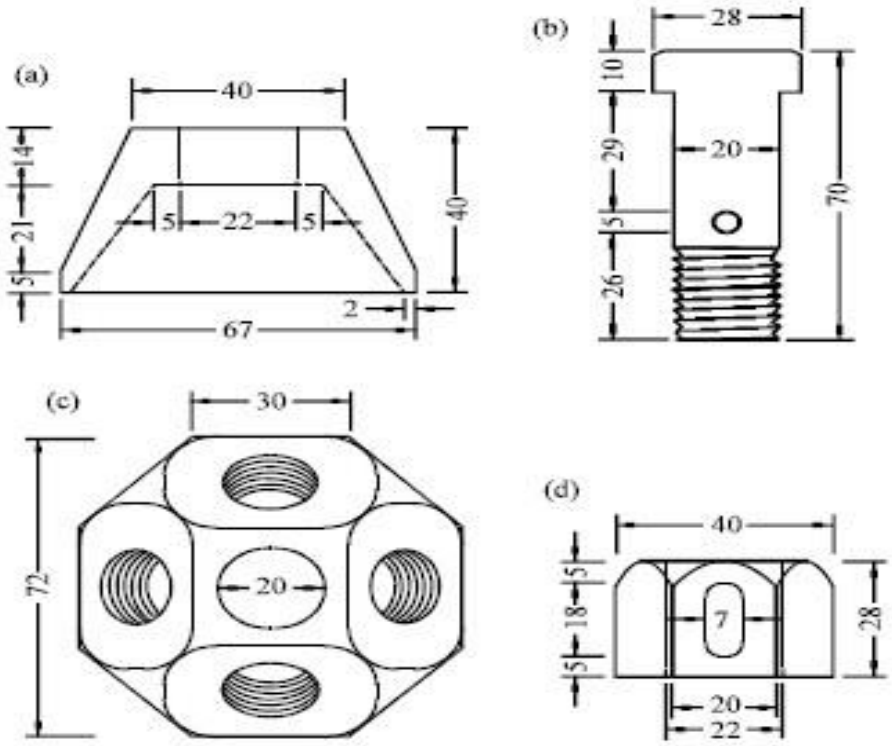
OFFICERS MALL-ROOF 1

NODES			ELEMENTS								
TYPE	DIA.	NO'S	TYPE	DIA.	NO'S	SYSTEM LEN.	NET LENGTH	BOLT	NUTS	NODES	MATERIAL
1 - 22	75	142	1	42.4x2.50	40	1881	1753	M12-10.9	22/13	75 - 75	S235JR
23 - 25	154	8	2	42.4x2.50	252	1672	1544	M12-10.9	22/13	75 - 75	S235JR
			3	42.4x2.50	36	1649	1521	M12-10.9	22/13	75 - 75	S235JR
			4	42.4x2.50	111	1909	1781	M12-10.9	22/13	75 - 75	S235JR
			5	48.3x2.50	5	1881	1753	M12-10.9	22/13	75 - 75	S235JR
			6	48.3x2.50	18	1649	1521	M12-10.9	22/13	75 - 75	S235JR
			7	48.3x2.50	6	1909	1781	M12-10.9	22/13	75 - 75	S235JR
			8	60.3x3.00	19	1881	1753	M16-10.9	27/18	75 - 75	S235JR
			9	60.3x3.00	1	1649	1521	M16-10.9	27/18	75 - 75	S235JR
			10	60.3x3.00	8	1909	1781	M16-10.9	27/18	75 - 75	S235JR
			11	60.3x3.00	8	1881	1717	M16-10.9	27/18	75 - 154	S235JR
			12	60.3x3.00	12	1672	1508	M16-10.9	27/18	75 - 154	S235JR
			13	60.3x3.00	12	1909	1745	M16-10.9	27/18	75 - 154	S235JR




DET. (1)
3)
1:40
P38x3
P44,5x3


Tubular elements
C.L.
Connector



المراجع :

- الكود المصري للمنشأت المعدنيه 2008

- YILMAZ AYDINCILAR

:OPTIMUM DESIGN OF DOUBLE-LAYER GRID SYSTEMS)
COMPARISON WITH CURRENT DESIGN PRACTICE USING
(REAL-LIFE INDUSTRIAL APPLICATIONS

- شركه Emeco steel

- بعض الصور مقتبسه من صفحات النت المختلفه للتوضيح